

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-162441

(43)Date of publication of application : 21.06.1996

(51)Int.Cl. H01L 21/3065
C23F 4/00

(21)Application number : 06-302516

(71)Applicant : CANON SALES CO INC
CANON INC

(22)Date of filing : 06.12.1994

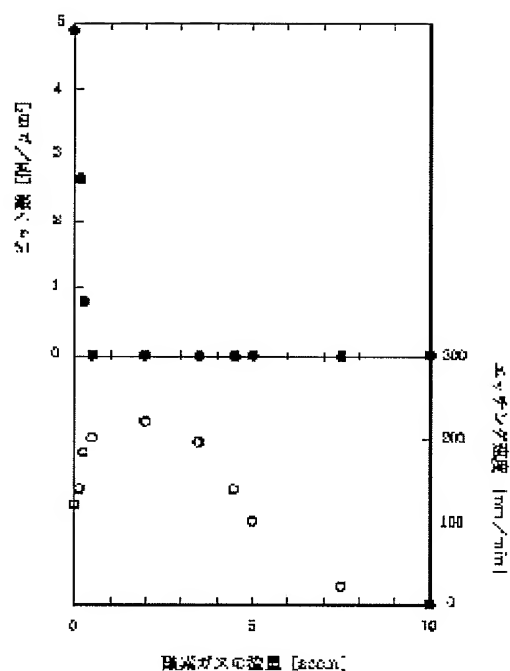
(72)Inventor : OKU TAIZO
AOKI JUNICHI

(54) DRY ETCHING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a dry etching method by which the roughness of the etched surface is small and pits are less produced.

CONSTITUTION: Within the dry etching method of a compound semiconductor material comprising Ga base thin film, the plasma exciting gas is chlorine based at least containing oxygen gas while the chlorine base gas comprises at least one material out of Cl_2 , SiCl_4 , BCl_3 . Besides, the flow rate of oxygen gas is 0.25-0.45sccm and preferably 0.5-0.35sccm.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-162441

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 6 月 21 日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H01L 21/3065

C23F 4/00

E 9352-4K

H01L 21/302

F

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-302516

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 12 月 6 日

(71) 出願人 390002761

キヤノン販売株式会社

東京都港区三田 3 丁目 11 番 28 号

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号

(72) 発明者 於久 泰三

東京都港区三田 3 丁目 11 番 28 号キヤノン販売株式会社内

(72) 発明者 青木 淳一

東京都港区三田 3 丁目 11 番 28 号キヤノン販売株式会社内

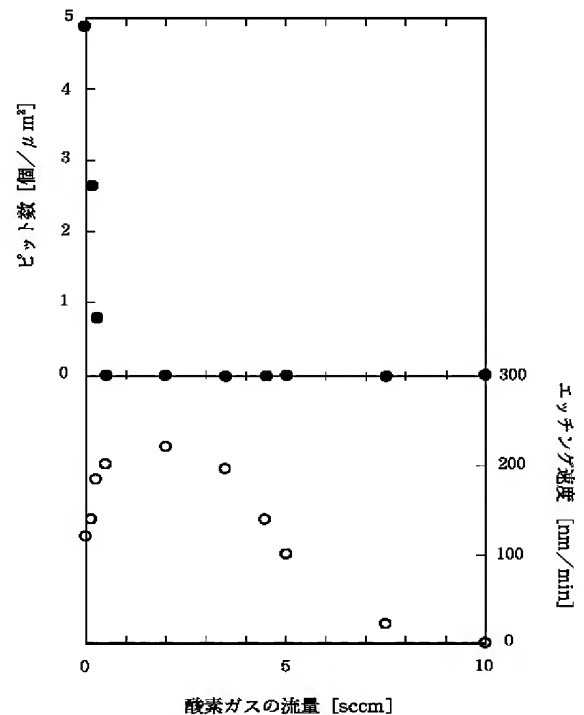
(74) 代理人 弁理士 福森 久夫

(54) 【発明の名称】 ドライエッチング方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、エッチング加工面の粗さが小さく、かつ、ピットの発生を低減可能なドライエッチング方法を提供することを目的とする。

【構成】 化合物半導体材料のドライエッチング方法において、該化合物半導体材料が G a 系の窒化物からなる薄膜であり、プラズマ励起するガスが少なくとも酸素ガスを含む塩素系ガスであり、かつ、該塩素系ガスが C l₂、S i C l₄、B C l₃ のうち少なくとも 1 つの材料からなることを特徴とする。また、前記酸素ガスの流量が、0. 2 5 ~ 0. 4 5 s c c m であることを特徴とする。さらに、前記酸素ガスの流量が、0. 5 ~ 0. 3 5 s c c m であることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 化合物半導体材料のドライエッチング方法において、該化合物半導体材料がGa系の窒化物からなる薄膜であり、プラズマ励起するガスが少なくとも酸素ガスを含む塩素系ガスであり、かつ、該塩素系ガスが Cl_2 、 $SiCl_4$ 、 BCl_3 のうち少なくとも1つの材料からなることを特徴とするドライエッチング方法。

【請求項2】 前記酸素ガスの流量が、 $0.25 \sim 0.45 \text{ sccm}$ であることを特徴とする請求項1に記載のドライエッチング方法。

【請求項3】 前記酸素ガスの流量が、 $0.5 \sim 0.35 \text{ sccm}$ であることを特徴とする請求項1又は2に記載のドライエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ドライエッチング方法に係る。より詳細には、プラズマ励起するガスとして、少なくとも酸素ガスを含む塩素系ガスを用いる化合物半導体材料のドライエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、化合物半導体材料のドライエッチング方法としては、次の技術が知られている。

(1) ドライエッチング装置としては、平行平板型反応性イオンエッチング (Reactive Ion Etching, RIE) 装置が多用される。RIEは、プラズマ中の中性活性種の濃度が高いため反応性が高いという特長があり、異種薄膜間のエッチング速度比の向上が課題である「電子素子」に適している。

(2) ドライエッチングに用いるガスとしては、電気的陰性度や電子親和力の高いハロゲンガスが主に用いられるが、なかでも「電子素子」に用いられるGaAs等に対しては、塩素 (Cl_2) 系が好ましい。また、エッチング中の表面酸化によりGaAs等のエッチング速度が低下する場合には、 Cl_2 のほかに CCl_4 や BCl_3 などの還元性ガスを添加して酸化物を分解するか、Arガスの混合により酸化物のスパッタを促進することで改善される。

【0003】しかし、上記従来技術には、例えばGaの窒化物からなる薄膜に適用した場合、次のような問題がある。

- ① (1)の技術は、エッチング面の粗さを増大する。
- ② (2)の技術は、結晶欠陥に起因する穴、すなわち「ピット」が多発する。

【0004】図3(a)は、上記①及び②の状態を示す模式的断面図である。例えば、エッチングされる試料301は、サファイア基板311とGa_{0.5}N膜312から構成される。Ga_{0.5}N膜312の表面上には、ラインパターンを有するマスク302が設けてある。図面上方からエッチングすることにより、ラインパターンに対応した溝が形成される。しかし、その凹部底面は、上述した粗さ

の大きな部分303とピット部分304からなる不安定な形態をとる。このような形態の上に、さらに薄膜を積層して設けた場合、薄膜内部に欠陥や亀裂などが生じやすく、電気的にも光学的にも不具合となる。従って、化合物半導体材料を用いて各種素子を作製する場合には、図3(b)に示すようなエッチング面の平坦化技術の開発が望まれている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、エッチング加工面の粗さが小さく、かつ、結晶欠陥に起因するピットの発生を低減可能なドライエッチング方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明のドライエッチング方法は、化合物半導体材料のドライエッチング方法において、該化合物半導体材料がGa系の窒化物からなる薄膜であり、プラズマ励起するガスが少なくとも酸素ガスを含む塩素系ガスであり、かつ、該塩素系ガスが Cl_2 、 $SiCl_4$ 、 BCl_3 のうち少なくとも1つの材料からなることを特徴とする。

【0007】

【作用】本発明では、プラズマ励起するガスを、少なくとも酸素ガスを含む塩素系ガスとしたため、エッチング加工面の粗さが小さくなる。また、該塩素系ガスを、 Cl_2 、 $SiCl_4$ 、 BCl_3 のうち少なくとも1つの材料としたことにより、表面酸化が起こりづらく、かつ炭素などの不純物汚染を防止できる。その結果、エッチング加工面の平坦性向上と、エッチング速度の低減回避とを同時に実現できる。

【0008】また、前記酸素ガスの流量を、 $0.25 \sim 0.45 \text{ sccm}$ の範囲に限定した場合、ピットの発生する数が $1 [\text{個}/\mu\text{m}^2]$ 以下であり、かつ、前記酸素ガスを添加する前のエッチング速度より高速化できる。特に、前記酸素ガスの流量を、 $0.5 \sim 0.35 \text{ sccm}$ とした場合、ピットの発生数が0であり、前記酸素ガスを添加する前のエッチング速度に比べて、50%以上高いエッチング速度が得られるためより好ましい。

【0009】

【実施態様例】

(化合物半導体材料) 化合物半導体材料としては、例えば、電子素子としてGaAs、AlGaAs系材料が、光素子としてはInP系材料が挙げられる。Siのドライエッチングは、集積回路の微細化、大口径ウエハに対応する均一性・高選択比など、実用レベルでの高集積化に開発の中心課題があるのに対して、化合物半導体のドライエッチングは、電気的能動層、光学的活性層に対する処理が中心である。従って、化合物半導体の開発課題は、微細化以前の問題として平滑化、高纯净化、無損傷化など、加工表面の高品質化にある。特に、最近は、エッチング面の粗さ制御に加えて、結晶欠陥に起因する

穴、すなわち「ピット」を低減する技術の開発が望まれている。

【0010】(ドライエッチング方法)ドライエッチング方法としては、例えば、平行平板型反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching, R I E)、反応性イオンビームエッチング(Reactive Ion Beam Etching, R I B E)、イオンビームアシストエッチング(Ion Beam Assisted Etching, I B A E)などが挙げられる。R I Eは、プラズマ中の中性活性種の濃度が高く、従って反応性が高いという特長を有する。ゆえに、異種薄膜間のエッチング速度比の向上が必要な電子素子、すなわちH E M Tなどのヘテロ薄膜に適する。R I B Eは、イオンの指向性が優れるため、垂直側壁をミラーファセットとして利用することの多い光集積素子に適する。I B A Eは、 $A r^+$ イオンビーム照射とC l ガスのノズル照射を併用し、試料表面にのみ高濃度のC l ガスを供給させることで、高いエッチング速度と優れた垂直異方性が得られるという特長を有する。

【0011】(G a 系の窒化物からなる薄膜)G a 系の窒化物からなる薄膜としては、例えば、C V D (Chemical Vapor Deposition) 法にて作製されたG a N、G a P (N)、G a A s P (N)などが挙げられる。特に、発光ダイオード(Light Emitting Diode, L E D)用途では、発光中心波長が490nmと短波長であり、かつ、効率の良い発光が期待できる直接遷移型の半導体材料であるG a Nが、最近特に注目されている。

【0012】(プラズマ励起するガス)プラズマ励起するガスとしては、G a 系の化合物半導体材料をドライエッチングする場合、塩素(C l₂)系が好ましく、例えば、C l₂、S i C l₄、B C l₃、C C l₄、C C l₃F、C C l₂F₂等が挙げられる。特に、C元素を含まないC l₂、S i C l₄、B C l₃は、エッチング加工面への不純物汚染が少ないため好ましい。

【0013】(酸素ガスの流量)酸素ガスの流量としては、例えば、0.25~0.45sccmが挙げられる。この範囲では、単位面積(1μm²)当たりにおいて、直径が100nm以上のピットが発生する数を1以下とすることができ、かつ、酸素ガスを添加する前よりも高いエッチング速度がえられるので好ましい。また、前記酸素ガスの流量を、0.5~0.35sccmとした場合、ピットの発生数は0となり、かつ、エッチング速度は、酸素ガスを添加する前のエッチング速度に比べて、50%以上高くできるためより望ましい。

【0014】

【実施例】以下本発明の一実施例を、図1及び図2を参照して説明する。

【0015】(実施例1)図2に示すR I E法によるドライエッチング装置を用い、G a N膜に対してエッチング処理を行った。以下では、その処理方法について説明する。括弧付きの番号は、作業手順を示す。

【0016】(1)エッチングする試料201としては、サファイア基板(直径=75mm、厚さ=0.3mm)の表面上に、C V D法で作製されたG a N膜(膜厚=3.0μm)が設けてあるものを用いた。

(2)上記試料201は、その表面にマスク202(ラインパターン:開口幅=50μm、開口間隔=10μm)が付けられ、反応容器203の中にあるステージ204の上に配置した。但し、反応容器203の材質はA lであり、かつ、その内壁面には陽極酸化処理がしてあるものを用いた。また、A lで作製したステージ204は、温度制御が可能であり、かつ、R F電源(図示せず)に接続されている。

【0017】(3)反応容器203の中を、所定の圧力(1×10⁻²Pa以下)まで真空ポンプ205にて減圧した後、ステージ204を温度制御コントローラー(図示せず)によって、基板温度を50℃に保持した。

【0018】(4)反応容器203の中へ、シャワー状のガス供給口206から、プラズマ励起するガスを導入した。次に、圧力コントローラー207を用いて、エッチング圧力(5Pa)に設定した。プラズマ励起するガスは(B C l₃+O₂)であり、B C l₃=40sccm(固定)、O₂=0~10sccm(可変)とした。

【0019】(5)R F電源からステージ204に印加するパワーを180Wに固定し、適当なエッチング時間処理することによって、G a N膜に深さ1μmの溝を作製した。このエッチング試料の作製は、各酸素流量ごとに行った。エッチング処理後、反応容器203の中を、再度所定の圧力(1×10⁻²Pa以下)まで真空ポンプ205にて減圧した。

【0020】(6)G a N膜に凹凸ラインパターンが設けられた試料は、反応容器203から隣接した分析容器208へ、基板搬送装置(図示せず)にて移動させた。移動完了後、反応容器203と分析容器208の間にあるドアバルブ209は締められ、分析容器208を分離した。

【0021】(7)分析容器208に設置された走査電子顕微鏡(scanning electron microscope, S E M)210を用いて、上記凹凸ラインパターンの凹部底面に発生するピットを観察した。

【0022】図1は、酸素ガスの流量と、ピット数およびエッチング速度との関係を示すグラフである。S E Mの観察条件は、二次電子像、倍率15,000、観察面積18μm²であり、直径100nm以上のピットをカウントした。

【0023】本例では、プラズマ励起するガスを、B C l₃から(B C l₃+O₂)に代えることによって、ピット発生数を激減できることが分かった。また、酸素ガスの流量が0.25~0.45sccmの場合、ピット発生数を1以下とすることができ、かつ、酸素ガスを添加する前よりも高いエッチング速度がえられた。さらに、

酸素ガスの流量が0.5~0.35 sccmの場合、ピットの発生数は0となり、かつ、エッチング速度は、酸素ガスを添加する前のエッチング速度に比べて、50%以上高くできることが確認された。

【0024】また、上述した結果（塩素系ガスをBCl₃とした場合の結果）は、塩素系ガスをCl₂、SiCl₄、BCl₃のうち少なくとも1つの材料からなるとした場合においても、同様に確認された。

【0025】

【発明の効果】

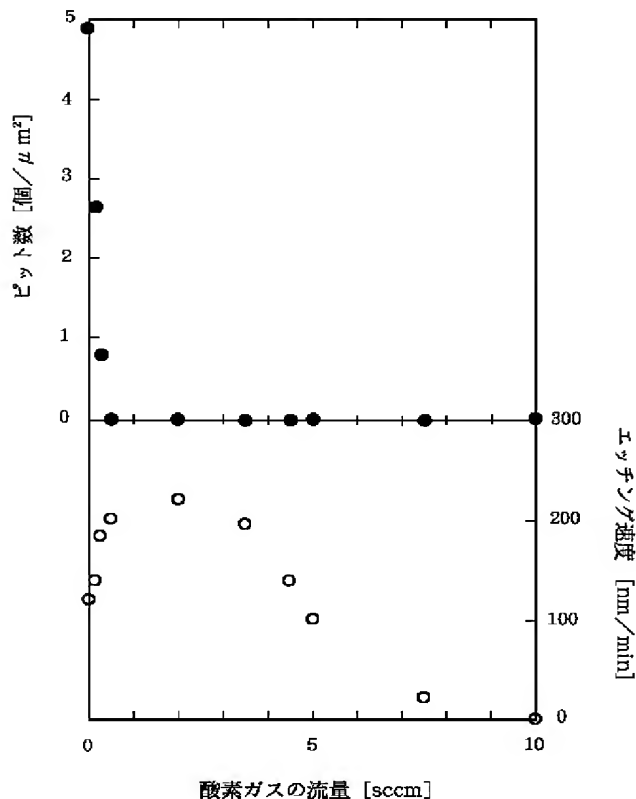
（請求項1）以上説明したように、請求項1に係る発明によれば、エッチング加工面の粗さが小さく、かつ、凹凸ラインパターン凹部底面に発生するピット数を減少させることが可能なドライエッチング方法がえられる。

【0026】（請求項2）請求項2に係る発明によれば、ピット発生数が1以下で、かつ、エッチング速度が向上するドライエッチング方法がえられる。

【0027】（請求項3）請求項3に係る発明によれば、ピット発生がなく、かつ、酸素ガスの無い場合より50%以上高いエッチング速度が可能なドライエッチング方法がえられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】実施例1に係る酸素ガスの流量とピット数およびエッチング速度との関係を示すグラフである。

【図2】実施例1に係るRIE法によるドライエッチング装置の概念図である。

【図3】エッチング面の粗さとピットを示す模式的断面図である。

【符号の説明】

201、301 試料、

202、302 マスク、

10 203 反応容器、

204 ステージ、

205 真空ポンプ、

206 ガス供給口、

207 圧力コントローラー、

208 分析容器、

209 ドアバルブ、

210 走査電子顕微鏡、

303 粗さの大きな部分、

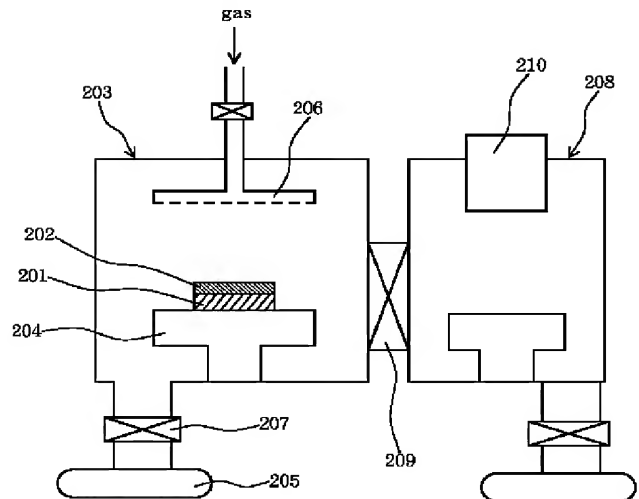
304 ピット部分、

20 305 粗さの小さな部分、

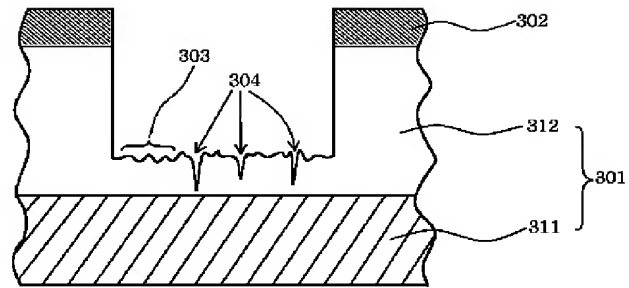
311 サファイア基板、

312 GaN膜。

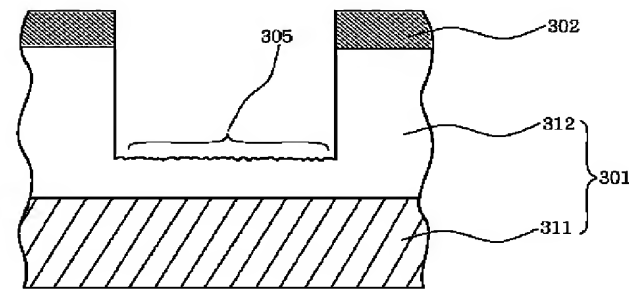
【図2】



【図 3】



(a)



(b)